



(19)

(11) Publication number: **08265087 A**

Generated Document.

**PATENT ABSTRACTS OF JAPAN**(21) Application number: **07062923**(51) Intl. Cl.: **H03H 9/145 H03H 9/25 H03H 9/64**(22) Application date: **22.03.95**

(30) Priority:		(71) Applicant: <b>MITSUBISHI ELECTRIC CORP</b>
(43) Date of application publication:	<b>11.10.96</b>	(72) Inventor: <b>MURAI KOJI</b>
(84) Designated contracting states:		(74) Representative:

**(54) SURFACE ACOUSTIC WAVE FILTER**

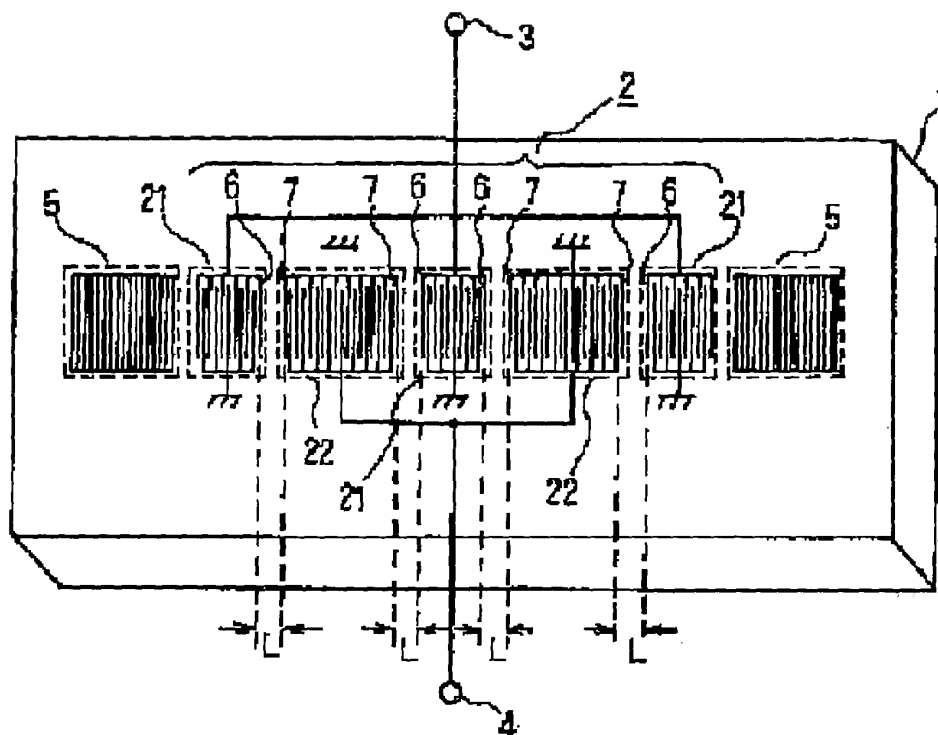
(57) Abstract:

**PURPOSE:** To decrease an insertion loss in a pass band, to increase the attenuation at the outside of the pass band and to facilitate the design of the pass band width.

**CONSTITUTION:** An IDT 2 comprising plural electrode fingers 6, 7 of interdigital structure is made up of an input IDT 21 connecting to an input terminal 3 and an output IDT 22 connecting to an output terminal 4, the IDTs are arranged on a piezoelectric substrate 1 along a propagation direction of a surface acoustic wave stimulated or received by the IDT and a reflector 5 is provided to both sides. Then a 36° Y-cut X propagation LiTaO<sub>3</sub> piezoelectric substrate or the like is used for the piezoelectric substrate 1, number of the IDTs is selected to be four or over and an interdistance of innermost electrode fingers opposite to each other in each IDT is selected

to be  $0.625\lambda$ - $1.25\lambda$ , where  $\lambda$  is a wavelength of a stimulated surface acoustic wave. Furthermore, at least one terminal of the input terminals and the output terminals is connected to the input IDT or the output IDT via resonators in series or parallel connection.

COPYRIGHT: (C)1996,JPO



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-265087

(43)公開日 平成8年(1996)10月11日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 3 H	9/145	7259-5 J	H 0 3 H 9/145	A
		7259-5 J		Z
	9/25	7259-5 J	9/25	C
	9/64	7259-5 J	9/64	Z

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 13 頁)

(21)出願番号 特願平7-62923

(22)出願日 平成7年(1995)3月22日

(71)出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72)発明者 村井 康治

尼崎市塚口本町8丁目1番1号 三菱電機  
株式会社通信機製作所内

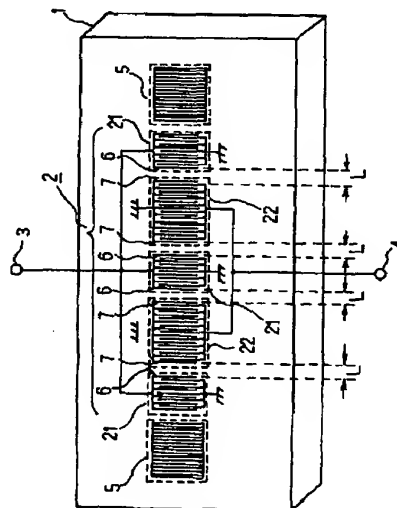
(74)代理人 弁理士 高田 守 (外4名)

(54)【発明の名称】 弾性表面波フィルタ

(57)【要約】

【目的】通過帯域内の挿入損失を小さく、通過帯域外の減衰量を大きくするとともに通過帯域幅の設計を容易にした弾性表面波フィルタを得ることを目的とする。

【構成】すだれ状の構造を持つ複数の電極指で構成したIDTを入力端子が接続する入力IDTと出力端子が接続する出力IDTとで構成し、これらIDTをIDTが励振または受信する弾性表面波の伝搬方向に沿って圧電基板上に配置し、さらにその両側に反射器を設けた弾性表面波フィルタにおいて、圧電基板として36° Yカット-X方向伝搬のLiTaO<sub>3</sub>圧電基板等を用い、IDTの個数を4個以上とし、各IDTが互いに対面する最内側電極指の中心間距離が励振される弾性表面波の波長λにたいして、 $0.625\lambda \sim 1.25\lambda$ としたものである。また、入力端子または出力端子のうち少なくとも一方の端子が、この端子に直列接続または並列接続した共振器を介して入力IDTまたは出力IDTに接続したものである。



1: 圧電基板  
2: IDT群  
3: 入力端子  
4: 出力端子  
5: 反射器  
6: 入力IDT  
7: 出力IDT  
21: 入力IDT  
22: 出力IDT  
L: 対面電極指間距離

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 すだれ状の電極指を組み合わせてなる、入力端子が接続される入力インターデジタルトランスデューサ電極（IDT）と出力端子が接続される出力IDTとを、圧電基板上に弾性表面波の伝搬方向に沿って交互に配置するとともに、これらIDT群の両側に反射器を設けてなる弾性表面波フィルタにおいて、上記IDT群を4個以上のIDTで構成し、かつ各IDT間の互いに対面する最内側に位置する対面電極指間の距離を、弾性表面波の波長 $\lambda$ に対して、 $0.625\lambda \sim 1.25\lambda$ としたことを特徴とする弾性表面波フィルタ。

【請求項2】 IDT群を5個以上の奇数個のIDTで構成したことを特徴とする請求項1に記載の弾性表面波フィルタ。

【請求項3】 入力端子または出力端子のうち少なくとも一方の端子が、この端子に直列接続された共振器を介して入力IDTまたは出力IDTに接続されていることを特徴とする請求項1または2のいずれか1つに記載の弾性表面波フィルタ。

【請求項4】 入力端子または出力端子のうち少なくとも一方の端子が、この端子に並列接続された共振器を介して入力IDTまたは出力IDTに接続されていることを特徴とする請求項1または2のいずれか1つに記載の弾性表面波フィルタ。

【請求項5】 入力端子がこの端子に並列接続された共振器を介して入力IDTに、かつ出力端子がこの端子に直列接続された共振器を介して出力IDTに接続されていることを特徴とする請求項1または2のいずれか1つに記載の弾性表面波フィルタ。

【請求項6】 入力端子がこの端子に直列接続された共振器を介して入力IDTに、かつ出力端子がこの端子に並列接続された共振器を介して出力IDTに接続されていることを特徴とする請求項1または2のいずれか1つに記載の弾性表面波フィルタ。

【請求項7】 共振器を圧電基板上に配置されたIDTとこのIDTの両側に設けた反射器とで構成したことを特徴とする請求項3～6のいずれか1つに記載の弾性表面波フィルタ。

【請求項8】 圧電基板を $36^\circ$  Yカット-X方向伝搬のLiTaO<sub>3</sub>圧電基板としたことを特徴とする請求項1～7のいずれか1つに記載の弾性表面波フィルタ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、例えば移動体通信装置の高周波回路等に用いられる、弾性表面波の伝搬特性を利用した弾性表面波フィルタに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 図16は例えば特開平5-267990号公報に示された、従来の弾性表面波フィルタの構成を示したものである。図16において、1は $64^\circ$  Yカッ

2

ト-X方向伝搬のLiNbO<sub>3</sub>圧電基板、2はこの圧電基板上に弾性表面波の伝搬方向に沿って配置されたインターデジタルトランスデューサ電極（以下IDTと略称する）群であり、すだれ状の電極指を組み合わせてなる、入力端子3が接続される中央に位置する1個の入力IDT21と、出力端子4が接続される前記入力IDT21の両側に位置する2個の出力IDT22とで構成されている。5は前記IDT群2の両側に設けられた、弾性表面波をIDT群2内に閉じ込めるための2個の反射器である。

【0003】 次に動作について説明する。入力端子3から入力された高周波電気信号は入力IDT21に伝えられ、圧電基板1を振動させる。その結果、弾性表面波が励振され、この弾性表面波は前記圧電基板1上を入力IDT21からその両側に位置する反射器5、5に向かって伝搬する。この弾性表面波は反射器5、5で反射されるため、2個の反射器5、5の間で多重反射が発生し、これによって特定の周波数（共振周波数）において共振が起こる。共振した弾性表面波の一部は出力IDT22、22で受信された後、再び高周波電気信号に変換され出力端子4から出力される。

【0004】 図17は図16に示した弾性表面波フィルタの共振周波数における弾性表面波伝搬方向の各位置（左側反射器の左端を原点0として、右方向に座標Xをとる。以下の説明にても同様。）の弾性表面波の振幅分布を示したものであるが、図示のとおり実線で示す1次対称モードと、破線で示す3次対称モードとが生じる。この2つのモードの共振周波数は異なった値をもっており、この共振周波数の差を所要の値にすることにより、帯域通過特性を有する弾性表面波フィルタが得られる。この具体的な設計の手法については、よく知られているので、ここでの説明は省略する。

【0005】 図18は図16に示した弾性表面波フィルタの通過特性を模式的に示したものである。通過帯域の近傍（A）では、通過帯域よりやや高域側に減衰量の小さな部分が生じている。これは通過帯域よりやや高い周波数で、前記の2つのモードとは異なるモードの弾性表面波の多重反射が発生し、これによって起こった共振がスプリアスとなって現れたためである。一方、通過帯域から離れた周波数帯域（B）では、入力IDT21にて弾性表面波が十分励振されないため、前者（A）に比べると大きな減衰量が得られるものの、例えば移動体通信装置にて要求される仕様に対しては十分でない場合がある。以上説明した通過帯域外の減衰量をさらに大きくするために、図16に示した弾性表面波フィルタを複数個縦続接続して段数を増すことが考えられる。しかしこの策では同時に通過帯域内の挿入損失が増加することになり、得策とはいえない。

【0006】 ところで、従来の低挿入損失を指向した弾性表面波フィルタでは、本従来例でも示したように、圧

電基板1として電気機械結合係数(以下「結合係数」という)の大きいLiNbO<sub>3</sub>圧電基板が主に用いられてきたが、このLiNbO<sub>3</sub>圧電基板は、基板音速vの温度係数k(以下「温度係数」という)が比較的大きい。基板音速vは、弾性表面波フィルタの周波数をf、弾性表面波の波長をλとしたとき $v = f \times \lambda$ の関係があるため、周波数fの変化Δfは基板音速vの変化Δvに比例する。つまり $\Delta v = \Delta f \times \lambda$ となる。またΔvは温度変化をΔTとすると上記温度係数kを用いて、 $\Delta v = k \times v \times \Delta T$ と表せる。以上より $\Delta f = k \times f \times \Delta T$ となる。いま通過帯域の下限値をF<sub>l</sub>、上限値をF<sub>u</sub>(通過帯域幅はF<sub>u</sub> - F<sub>l</sub>となる)及び温度の下限値をT<sub>l</sub>、上限値をT<sub>u</sub>(常温をT<sub>o</sub>とし、T<sub>l</sub> < T<sub>o</sub> < T<sub>u</sub>とする)とすると、上記の内容により温度の下限値T<sub>l</sub>では通過帯域の下限値はF<sub>l</sub>より $k \times F_{l1} \times (T_o - T_{l1})$ 小さくなり、一方温度の上限値T<sub>u</sub>では通過帯域の上限値はF<sub>u</sub>より $k \times F_{u1} \times (T_u - T_o)$ 大きくなる。そのため、弾性表面波フィルタを用いる装置例えば携帯電話が、使用温度範囲全域で装置の通過帯域幅の仕様値

(以下「通過帯域幅仕様値」という)を満足するためには、弾性表面波フィルタの通過帯域幅の設計値(以下「通過帯域幅設計値」という)を通過帯域幅仕様値よりも、十分広く設定する必要がある。また、この広くする程度は、装置の使用周波数が高周波化されるほど大きくなる。

【0007】これを1.5GHz帯携帯電話装置を例に説明する。図19に1.5GHz帯携帯電話装置のフィルタ設計に係わる要求仕様値を示す。フィルタは受信用及び送信用の2種類があり、それぞれについてフィルタの使用温度範囲、中心周波数、通過帯域の仕様値を示してある。図19より受信の通過帯域幅仕様値は常温(通常25℃~30℃)で24MHz(1477MHz~1501MHz)であり、この仕様値を使用温度範囲-20℃~+75℃で満足する必要がある。いま、圧電基板としてLiNbO<sub>3</sub>圧電基板を用いるとその温度係数は+70PPMであるため、フィルタの通過帯域の下限値は5MHz(=1477MHz×70PPM×(30℃-(-20℃)))小さくなり、上限値は5MHz(=1501MHz×70PPM×(75℃-30℃))大きくなる(何れの計算でも常温を30℃とした。以下同様。)。従ってフィルタの通過帯域幅設計値は34MHz(1472MHz~1506MHz)となり、通過帯域幅仕様値に対し10MHz広くする必要がある。さらに通過帯域幅を広くするとフィルタのスカート特性が緩やかになるため、通過帯域近傍の帯域外減衰量を十分とることが難しくなる。送信用のフィルタについても上記内容と同様のことがいえる。図20にLiNbO<sub>3</sub>圧電基板を用いたときのフィルタ目標設計値を示す。受信用、送信用のそれぞれについてフィルタの使用温度範囲、中心周波数、通過帯域、挿入損失、帯域外減

衰量の目標設計値を示してある。図中、受信用のフィルタにおいて、通過帯域近傍(1424~1458MHz(送信の通過帯域に相当))での、帯域外減衰量の目標設計値は前述のごとく、通過帯域幅が広がりスカート特性が緩やかになったことにより、5dB程度しかとれない。また通過帯域から離れた周波数帯域(1602~1637MHz)でも20dB程度しかとれない。送信用のフィルタにおいても同様である。図21に、前記図20の目標設計値をもとに製作された、従来の弾性表面波フィルタの通過特性の測定結果を示す。64°Yカット-X方向伝搬のLiNbO<sub>3</sub>圧電基板上に、3個のIDTを形成し、その両側に片側250本の電極指で構成した反射器を設けてある。(a)は通過帯域内の特性、(b)は通過帯域外の特性を示す。通過帯域が広いいため、スカート特性が緩やかになっている様子がわかる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】このような、従来の構成による弾性表面波フィルタでは、通過帯域外の減衰量が小さくなるという問題があった。また通過帯域外の減衰量を大きくするために弾性表面波フィルタを、複数個縦続接続して段数を増やすと、通過帯域内の挿入損失が大きくなるという問題があった。さらに、弾性表面波フィルタが使用される使用温度範囲全域で通過帯域幅仕様値を満足させるために、広帯域化を余儀なくされ、通過帯域幅の設計が困難になるという問題があった。

【0009】この発明は上記のような問題点を解決するためになされたもので、通過帯域内の挿入損失を小さく、通過帯域外の減衰量を大きくするとともに通過帯域幅の設計を容易にした弾性表面波フィルタを得ることを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】この発明にかかる、弾性表面波フィルタにおいては、すだれ状の電極指を組み合わせてなる、入力端子が接続される入力IDTと出力端子が接続される出力IDTとを圧電基板上に弾性表面波の伝搬方向に沿って4個以上交互に配置するとともにこれらIDT群の両側に反射器を設け、各IDT間の互いに対面する最内側に位置する対面電極指間の距離を、弾性表面波の波長λにたいして、 $0.625\lambda \sim 1.25\lambda$ としたものである。

【0011】また、IDT群を5個以上の奇数個としたものである。

【0012】また、入力端子または出力端子のうち少なくとも一方の端子を、この端子に直列接続した共振器を介して入力IDTまたは出力IDTに接続したものである。

【0013】また、入力端子または出力端子のうち少なくとも一方の端子を、この端子に並列接続した共振器を介して入力IDTまたは出力IDTに接続したものである。

【0014】また、入力端子をこの端子に並列接続した共振器を介して入力IDTに、かつ出力端子をこの端子に直列接続した共振器を介して出力IDTに接続したものである。

【0015】また、入力端子をこの端子に直列接続した共振器を介して入力IDTに、かつ出力端子をこの端子に並列接続した共振器を介して出力IDTに接続したものである。

【0016】また、共振器を前記圧電基板上に設けたIDTとこのIDTの両側に設けた反射器とで構成したものである。

【0017】また、圧電基板を36° Yカット-X方向伝搬のLiTaO<sub>3</sub>圧電基板としたものである。

【0018】

【作用】上記のように構成された弾性表面波フィルタにおいては、IDTの個数を4個以上とすることにより、電気信号と弾性表面波との相互の変換効率が向上するとともに、各IDT間の対面電極指間の距離を弾性表面波の波長λにたいして、0.625λ〜1.25λとすることにより、弾性表面波フィルタの入力及び出力インピーダンスを、ほぼ50Ωとする。

【0019】また、IDTの個数を5個以上の奇数個とすることにより、電気信号と弾性表面波との相互の変換効率が向上する。

【0020】また、入力端子または出力端子のうち少なくとも一方の端子を、この端子に直列接続した共振器を介して入力IDTまたは出力IDTに接続することにより、共振器の減衰極の位置がフィルタ本体の通過帯域の高域側に存在するサイドローブの位置に重なる。

【0021】また、入力端子または出力端子のうち少なくとも一方の端子を、この端子に並列接続した共振器を介して入力IDTまたは出力IDTに接続することにより、共振器の減衰極の位置がフィルタ本体の通過帯域の低域側に存在するサイドローブの位置に重なる。

【0022】また、入力端子をこの端子に並列接続した共振器を介して入力IDTに、かつ出力端子をこの端子に直列接続した共振器を介して出力IDTに接続することにより、共振器の減衰極の位置がフィルタ本体の通過帯域の低域側及び高域側にそれぞれ存在するサイドローブの位置に重なる。

【0023】また、入力端子をこの端子に直列接続した共振器を介して入力IDTに、かつ出力端子をこの端子に並列接続した共振器を介して出力IDTに接続することにより、共振器の減衰極の位置がフィルタ本体の通過帯域の低域側及び高域側にそれぞれ存在するサイドローブの位置に重なる。

【0024】また、共振器を前記圧電基板上に設けたIDTとこのIDTの両側に設けた反射器とで構成することにより、同一の圧電基板上にフィルタ本体と共振器とを設けることができる。

【0025】また、圧電基板を36° Yカット-X方向伝搬のLiTaO<sub>3</sub>圧電基板とすることにより、弾性表面波フィルタの周波数の変化が小さくなる。

【0026】

【実施例】

実施例1. 以下、この発明の実施例を図にもとづいて説明する。図1は本発明による弾性表面波フィルタの一実施例の構成を示したものである。図1において、1は36° YカットX方向伝搬のLiTaO<sub>3</sub>圧電基板、2は入力端子3が接続される中央及び最外側に位置する3個の入力IDT21と、出力端子4が接続される入力IDT21の間に位置する2個の出力IDT22とからなる合計5個のIDT群であり、各IDTはそれぞれすだれ状の電極指を組み合わせて構成され、かつ入力IDT21と出力IDT22とは弾性表面波の伝搬方向に沿って前記圧電基板1上に交互に配置されている。5は前記IDT群2の両側に設けられた、弾性表面波をIDT群2内に閉じ込めるための2個の反射器である。6は前記各IDT間の互いに対面する最内側に位置する入力IDT21側の対面電極指、7は同じく出力IDT22側の対面電極指、Lはこれら両対面電極指6、7間の距離である。

【0027】本実施例では、IDT群2を5個のIDTで構成しており、従来例の3個に比べ増数している。これは、本実施例で用いているLiTaO<sub>3</sub>圧電基板の結合係数が従来例のLiNbO<sub>3</sub>圧電基板の結合係数に比べ小さいため、結合係数が小さいことによる挿入損失の増加をIDTの個数を増すことによって補償するためである。

【0028】本実施例のように構成された弾性表面波フィルタにおいても、基本的な弾性表面波の励振及び受信に関する動作は、図16を用いて示した従来の弾性表面波フィルタにおける動作と同じであるので、ここではその説明は省略する。

【0029】図2は図1に示した弾性表面波フィルタの共振周波数における弾性表面波伝搬方向の各位置の弾性表面波の振幅分布を示したものであり、この実施例によれば図に示すとおり、実線で示す1次対称モードと、破線で示す5次対称モードとが生じる。この2つのモードの共振周波数は異なった値をもっており、この共振周波数の差を所要の値にすることにより、帯域通過特性を有する弾性表面波フィルタが得られる。

【0030】図3はLiTaO<sub>3</sub>圧電基板を用いたときのフィルタ目標設計値を示す。受信用、送信用のそれぞれについてフィルタの使用温度範囲、中心周波数、通過帯域、挿入損失、帯域外減衰量の目標設計値を示してある。LiTaO<sub>3</sub>圧電基板の温度係数は+28PPmであるため、LiNbO<sub>3</sub>圧電基板に比べ、周波数の変化が小さく、フィルタの通過帯域幅設計値はLiNbO<sub>3</sub>圧電基板に比べ狭くてすむ。例えば、受信用のフィルタ

の通過帯域幅設計値を従来例にならって計算すると、使用温度範囲が $-20^{\circ}\text{C}\sim+75^{\circ}\text{C}$ であることから、フィルタの通過帯域の下限値は $2\text{MHz}$  ( $=1477\text{MHz}\times 28\text{PPM}\times (30^{\circ}\text{C} - (-20^{\circ}\text{C}))$ ) 小くなり、上限値は $2\text{MHz}$  ( $=1501\text{MHz}\times 28\text{PPM}\times (75^{\circ}\text{C} - 30^{\circ}\text{C})$ ) 大きくなる。従ってフィルタの通過帯域幅設計値は $28\text{MHz}$  ( $1475\text{MHz}\sim 1503\text{MHz}$ ) となり、通過帯域幅仕様値に対し $4\text{MHz}$  広くする必要があるので、 $\text{LiNbO}_3$  圧電基板の場合の $34\text{MHz}$  に比べ $6\text{MHz}$  狭くてよい。従ってスカート特性も急峻となるため、帯域外減衰量を大きくとることができる。以上のことは送信用のフィルタにおいても同様である。

【0031】図4は図1に示した弾性表面波フィルタのIDTの構成の一部を拡大して示したものである。本発明の弾性表面波フィルタにおいては、図4に示すように対面電極指6、7間の距離 $L$ を弾性表面波の波長 $\lambda$ に対して、 $0.625\lambda\sim 1.25\lambda$ としている。これは図1に示す弾性表面波フィルタを、前記 $L$ のみを変化させて数種類試作し、その挿入損失及び通過帯域幅を測定し決定した。前記 $L$ の範囲では、弾性表面波フィルタの入出力インピーダンスが $50\Omega$ に近づいたことにより、挿入損失が比較的小さくなっている。一方、 $L$ が前記範囲をはずれた場合は、入出力インピーダンスが $50\Omega$ から離れるため、挿入損失が大きくなる。一般にUHF帯以上のマイクロ波帯の装置では特性インピーダンスが $50\Omega$ であることから、図4に示すIDTの構成にすることにより、外部回路とのインピーダンス整合のとれた弾性表面波フィルタが実現できる。

【0032】以上の結果をもとに、前記図3の目標設計値をもとにした本実施例にもとづく弾性表面波フィルタの試作を行った。 $36^{\circ}\text{Y}$ カット-X方向伝搬の $\text{LiTaO}_3$  圧電基板上に、5個のIDTを形成し、その両側に片側100本の電極指で構成した反射器を設けた。図5はこの試作した本発明の一実施例による弾性表面波フィルタの通過特性の測定結果を示したものである。

(a)は通過帯域内の特性、(b)は通過帯域外の特性を示す。本発明によるものの方が、図21に示した従来例のものより通過帯域内の挿入損失が小さく、通過帯域外の減衰量が大きいことがわかる。これは従来に比べIDTを増数すると共に、通過帯域幅設計値を狭くし、スカート特性を急峻にしたことによるものである。

【0033】実施例2. 図6は本発明の他の実施例に係わる弾性表面波フィルタの構成を示したものである。図6において1～5、21および22は図1と同様のものである。図において $36^{\circ}\text{Y}$ カット-X方向伝搬の $\text{LiTaO}_3$  圧電基板1上に、上記した本発明の実施例1の弾性表面波フィルタに相当するフィルタ本体10を配置し、その入力端子3側及び出力端子4側を、中央のIDT23とこのIDT23の両側に設けた反射器5とで構

成した一端子対弾性表面波共振器8、8を介してそれぞれ前記フィルタ本体10の入力IDT21及び出力IDT22に直列接続している。

【0034】次に動作について説明する。図6における一端子対弾性表面波共振器8は図7のように直列に接続して二端子対回路とすれば、入力端子3に入力した電気信号は、共振周波数 $f_r$ では全て出力端子4に通過し、反共振周波数 $f_a$ では全く通過せず減衰極が生じる。即ち図8(a)のような通過特性を示す。

【0035】一方、図6におけるフィルタ本体10は実施例1にて説明した図5の通過特性と同じく、通過帯域の高域側にサイドローブ $f_{s1}$ を持つ、図8(b)のような通過特性を示す。

【0036】ここで、図8(a)の減衰極 $f_a$ と図8(b)のサイドローブ $f_{s1}$ がほぼ等しくなるように、前記一端子対弾性表面波共振器8とフィルタ本体10とを構成すると、前記一端子対弾性表面波共振器8とフィルタ本体10とは直列接続されているので、フィルタ本体10のサイドローブ $f_{s1}$ が、前記一端子対弾性表面波共振器8の減衰極 $f_a$ によって抑圧され、弾性表面波フィルタの帯域外減衰量を大きくできる。

【0037】さらにこのとき、フィルタ本体10の通過帯域と、前記一端子対弾性表面波共振器8の共振周波数 $f_r$ とをほぼ等しくできるので、フィルタ本体10の挿入損失の増加は小さい。従って、フィルタ本体10を多段に接続した場合に比べ、挿入損失を小さくできる。以上より、本実施例の構成による弾性表面波フィルタによれば図8(c)のような通過特性を得ることができる。

【0038】図9は本実施例にもとづいて試作した弾性表面波フィルタの通過特性の測定結果を示したものであり、フィルタ本体10の諸元は実施例1のものと同じである。共振器8は、中央のIDT23を161本の電極指で、反射器5、5を片側100本の電極指で構成した。 $1535\text{MHz}$ の所に減衰極がくるように設計されている。図5とほぼ同じ挿入損失で、 $1535\text{MHz}$  近傍で帯域外減衰量が大きくなっている。

【0039】以上のように、この発明の実施例2によれば、低損失で帯域外減衰量の大きい弾性表面波装置が得られる。

【0040】実施例3. 図10は本発明の他の実施例に係わる弾性表面波フィルタの構成を示したものである。図10において1～5、21および22は図1と同様のものである。図において $36^{\circ}\text{Y}$ カット-X方向伝搬の $\text{LiTaO}_3$  圧電基板1上に、本発明の実施例1の弾性表面波フィルタに相当するフィルタ本体10を配置し、その入力端子3側及び出力端子4側を、中央のIDT23とこのIDT23の両側に設けた反射器5とで構成した一端子対弾性表面波共振器8を介してそれぞれ前記フィルタ本体10の入力IDT21及び出力IDT22に並列接続している。

【0041】次に動作について説明する。図10における一端子対弾性表面波共振器8は図11のように並列に接続して二端子対回路とすれば、入力端子3に入力した電気信号は、反共振周波数 $f_a$ では全て出力端子4に通過し、共振周波数 $f_r$ では全く通過せず減衰極が生じる。即ち図12(a)のような通過特性を示す。

【0042】一方、図10におけるフィルタ本体10は実施例1にて説明した図5の通過特性と同じく、通過帯域の低域側にサイドローブ $f_{s2}$ を持つ、図12(b)のような通過特性を示す。

【0043】ここで、図12(a)の減衰極 $f_r$ と図12(b)のサイドローブ $f_{s2}$ がほぼ等しくなるように、前記一端子対弾性表面波共振器8とフィルタ本体10とを構成すると、前記一端子対弾性表面波共振器8とフィルタ本体10とは並列接続されているので、フィルタ本体10のサイドローブ $f_{s2}$ が、前記一端子対弾性表面波共振器8の減衰極 $f_r$ によって抑圧され、弾性表面波フィルタの帯域外減衰量を大きくできる。

【0044】さらにこのとき、フィルタ本体10の通過帯域と、前記一端子対弾性表面波共振器8の反共振周波数 $f_a$ とをほぼ等しくできるので、フィルタ本体10の挿入損失の増加は小さい。従って、フィルタ本体10を多段に接続した場合に比べ、挿入損失を小さくできる。以上より、本実施例の構成による弾性表面波フィルタによれば図12(c)のような通過特性を得ることができる。

【0045】以上のように、この発明の実施例3によれば、低損失で帯域外減衰量の大きい弾性表面波装置が得られる。

【0046】実施例4. 図13は本発明の他の実施例に係わる弾性表面波フィルタの構成を示したものである。図13において1~5、21および22は図1と同様のものである。図において36° Yカット-X方向伝搬のLiTaO<sub>3</sub>圧電基板1上に、本発明の実施例1の弾性表面波フィルタに相当するフィルタ本体10を配置し、その入力端子3側を、中央のIDT23とこのIDT23の両側に設けた反射器5とで構成した一端子対弾性表面波共振器8を介して前記フィルタ本体10の入力IDT21に直列接続し、かつ出力端子4側を、同じく一端子対弾性表面波共振器8を介して前記フィルタ本体10の出力IDT22に並列接続している。

【0047】次に動作について説明する。図13におけるフィルタ本体10の入力IDT21側に直列接続している一端子対弾性表面波共振器8は、実施例2での説明のとおり、図8(a)のような通過特性を示す。またフィルタ本体10の出力IDT22側に並列接続している一端子対弾性表面波共振器8は、実施例3での説明のとおり、図12(a)のような通過特性を示す。

【0048】一方、図13におけるフィルタ本体10は実施例1にて説明した図5の通過特性と同じく、通過帯

域の高域側にサイドローブ $f_{s1}$ を持ち、低域側にサイドローブ $f_{s2}$ を持つ、図14(a)のような通過特性を示す。

【0049】ここで、実施例2にて説明したように、図8(a)の減衰極 $f_a$ と図14(a)のサイドローブ $f_{s1}$ がほぼ等しくなるように、かつ実施例3にて説明したように、図12(a)の減衰極 $f_r$ と図14(a)のサイドローブ $f_{s2}$ がほぼ等しくなるように、前記一端子対弾性表面波共振器8とフィルタ本体10とを構成すると、前記一端子対弾性表面波共振器8とフィルタ本体10の入力IDT21側とは直列接続され、前記一端子対弾性表面波共振器8とフィルタ本体10の出力IDT22側とは並列接続されているので、フィルタ本体10のサイドローブ $f_{s1}$ と $f_{s2}$ が、前記一端子対弾性表面波共振器8の減衰極 $f_a$ と $f_r$ によって抑圧され、弾性表面波フィルタの帯域外減衰量を大きくできる。

【0050】さらにこのとき、フィルタ本体10の通過帯域と、前記入力IDT21に直列接続された一端子対弾性表面波共振器8の共振周波数 $f_r$ 及び前記出力IDT22に並列接続された一端子対弾性表面波共振器8の反共振周波数 $f_a$ とをほぼ等しくできるので、フィルタ本体10の挿入損失の増加は小さい。従って、フィルタ本体10を多段に接続した場合に比べ、挿入損失を小さくできる。以上より、本実施例の構成による弾性表面波フィルタは図14(b)のような通過特性を得ることができる。

【0051】以上のように、この発明の実施例4によれば、本発明の実施例2、及び実施例3と同様に低損失で帯域外減衰量の大きい弾性表面波装置が得られる。

【0052】実施例5. 図15は本発明の他の実施例に係わる弾性表面波フィルタの構成を示したものである。図15において1~5、21および22は図1と同様のものである。図において36° Yカット-X方向伝搬のLiTaO<sub>3</sub>圧電基板1上に、本発明の実施例1の弾性表面波フィルタに相当するフィルタ本体10を配置し、その入力端子3側を、中央のIDT23とこのIDT23の両側に設けた反射器5とで構成した一端子対弾性表面波共振器8を介して前記フィルタ本体10の入力IDT21に並列接続し、かつ出力端子4側を、同じく一端子対弾性表面波共振器8を介して前記フィルタ本体10の出力IDT22に直列接続している。

【0053】次に動作について説明する。図15におけるフィルタ本体10の入力IDT21側に並列接続している一端子対弾性表面波共振器8は、実施例3での説明のとおり、図12(a)のような通過特性を示す。またフィルタ本体10の出力IDT22側に直列接続している一端子対弾性表面波共振器8は、実施例2での説明のとおり、図8(a)のような通過特性を示す。

【0054】一方、図15におけるフィルタ本体10は実施例1にて説明した図5の通過特性と同じく、通過帯



域の高域側にサイドロープ  $f_{s1}$  を持ち、低域側にサイドロープ  $f_{s2}$  を持つ、図14(a)のような通過特性を示す。

【0055】ここで、実施例3にて説明したように、図12(a)の減衰極  $f_r$  と図14(a)のサイドロープ  $f_{s2}$  がほぼ等しくなるように、かつ実施例2にて説明したように、図8(a)の減衰極  $f_a$  と図14(a)のサイドロープ  $f_{s1}$  がほぼ等しくなるように、前記一端対弾性表面波共振器8とフィルタ本体10とを構成すると、前記一端対弾性表面波共振器8とフィルタ本体10の入力IDT21側とは並列接続され、前記一端対弾性表面波共振器8とフィルタ本体10の出力IDT22側とは直列接続されているので、フィルタ本体10のサイドロープ  $f_{s2}$  と  $f_{s1}$  が、前記一端対弾性表面波共振器8の減衰極  $f_r$  と  $f_a$  によって抑圧され、弾性表面波フィルタの帯域外減衰量を大きくできる。

【0056】さらにこのとき、フィルタ本体10の通過帯域と、前記入力IDT21に並列接続された一端対弾性表面波共振器8の反共振周波数  $f_a$  及び前記出力IDT22に直列接続された一端対弾性表面波共振器8の共振周波数  $f_r$  とをほぼ等しくできるので、フィルタ本体10の挿入損失の増加は小さい。従って、フィルタ本体10を多段に接続した場合に比べ、挿入損失を小さくできる。以上より、本実施例の構成による弾性表面波フィルタは図14(b)のような通過特性を得ることができる。

【0057】以上のように、この発明の実施例5によれば、本発明の実施例4と同様に低損失で帯域外減衰量の大きい弾性表面波装置が得られる。

【0058】実施例6. なお、上記各実施例においては、圧電基板として  $36^\circ$  Yカット-X方向伝搬のLiTaO<sub>3</sub> 圧電基板を用いた実施例を以て説明したが、フィルタの使用温度範囲が狭く、圧電基板の温度係数に対する要求が厳しくない用途においては、前記特定の圧電基板のみならずその他の圧電基板を用いた場合についてもこの発明が適用できることはいうまでもない。

【0059】実施例7. また、上記各実施例においては、フィルタ本体10のIDT個数を5個として説明したが、従来IDT個数が3個であることに鑑み、IDT個数を4個以上とすれば従来に比べ通過帯域内の挿入損失を低減することができる。

【0060】実施例8. また、上記各実施例において、弾性表面波フィルタの入力と出力との関係を逆にしても、元の弾性表面波フィルタの特性が保たれることは言うまでもない。

【0061】実施例9. また、上記各実施例においては、一端対弾性表面波共振器8はフィルタ本体10と同一の圧電基板上に構成されているとして説明したが、別の圧電基板上に構成または共振器としての機能を持つディスクリットな部品として構成し、フィルタ本体と接

続してもよい。

【0062】実施例10. また、上記実施例においては、外部回路のインピーダンスを50Ωとして設計したが、これ以外のインピーダンス値として設計してもよい。

【0063】

【発明の効果】この発明は、以上のように構成されているので、以下に示すような効果を奏する。

【0064】IDTの個数を4個以上とするので、電気信号と弾性表面波との相互の変換効率が向上し、さらに各IDT間の互いに対面する最内側に位置する対面電極指間の距離を弾性表面波の波長  $\lambda$  にたいして、 $0.625\lambda \sim 1.25\lambda$  とすることにしたので、弾性表面波フィルタの入力及び出力インピーダンスが、ほぼ50Ωとなり、通過帯域内の挿入損失を小さくすることができる。

【0065】IDTの個数を5個以上の奇数個とすることにより、電気信号と弾性表面波との相互の変換効率が向上するので、通過帯域内の挿入損失を一層小さくすることができる。また、中央のIDTを中心にIDT群の構造が左右対称となるので、フィルタ設計の自由度が増し、設計が容易になる。

【0066】また、入力端子または出力端子のうち少なくとも一方の端子を、この端子に直列接続した共振器を介して入力IDTまたは出力IDTに接続することにより、共振器の減衰極の位置がフィルタ本体の通過帯域の高域側に存在するサイドロープの位置に重なるので、通過帯域外の減衰量を大きくすることができる。

【0067】また、入力端子または出力端子のうち少なくとも一方の端子を、この端子に並列接続した共振器を介して入力IDTまたは出力IDTに接続することにより、共振器の減衰極の位置がフィルタ本体の通過帯域の低域側に存在するサイドロープの位置に重なるので、通過帯域外の減衰量を大きくすることができる。

【0068】また、入力端子をこの端子に並列接続した共振器を介して入力IDTに、かつ出力端子をこの端子に直列接続した共振器を介して出力IDTに接続することにより、共振器の減衰極の位置がフィルタ本体の通過帯域の低域側及び高域側にそれぞれ存在するサイドロープの位置に重なるので、通過帯域外の減衰量を大きくすることができる。

【0069】また、入力端子をこの端子に直列接続した共振器を介して入力IDTに、かつ出力端子をこの端子に並列接続した共振器を介して出力IDTに接続することにより、共振器の減衰極の位置がフィルタ本体の通過帯域の低域側及び高域側にそれぞれ存在するサイドロープの位置に重なるので、通過帯域外の減衰量を大きくすることができる。

【0070】また、共振器を圧電基板上に設けたIDTとこのIDTの両側に設けた反射器とで構成したことに

より、同一の圧電基板上にフィルタ本体と共振器とを設けることができるので、小型の弾性表面波フィルタを得ることができる。

【0071】また、圧電基板を $36^\circ$  Yカット-X方向伝搬のLiTaO<sub>3</sub>圧電基板としたことにより、弾性表面はフィルタの周波数の変化が小さくなるので、通過帯域幅の設計が容易になる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の一実施例による弾性表面波フィルタを示す構成図である。

【図2】 この発明の一実施例による弾性表面波フィルタの動作を説明する図である。

【図3】 この発明の一実施例による弾性表面波フィルタの設計値を説明する図である。

【図4】 この発明の一実施例による弾性表面波フィルタの電極指の構成図である。

【図5】 この発明の一実施例による弾性表面波フィルタの通過特性を説明する図であって、(a)は通過帯域内の特性、(b)は通過帯域外の特性を示す。

【図6】 この発明の他の実施例による弾性表面波フィルタを示す構成図である。

【図7】 この発明の他の実施例による弾性表面波フィルタの共振器を説明する図である。

【図8】 この発明の他の実施例による弾性表面波フィルタの動作を説明する図であって、(a)は共振器の特性、(b)はフィルタ本体の特性、(c)は弾性表面波フィルタ全体の特性を示す。

【図9】 この発明の他の実施例による弾性表面波フィルタの通過特性を説明する図であって、(a)は通過帯域内の特性、(b)は通過帯域外の特性を示す。

【図10】 この発明のさらに他の実施例による弾性表面波フィルタを示す構成図である。

【図11】 この発明のさらに他の実施例による弾性表面波フィルタの共振器を説明する図である。

【図12】 この発明のさらに他の実施例による弾性表面波フィルタの動作を説明する図であって、(a)は共

振器の特性、(b)はフィルタ本体の特性、(c)は弾性表面波フィルタ全体の特性を示す。

【図13】 この発明のさらに他の実施例による弾性表面波フィルタを示す構成図である。

【図14】 この発明のさらに他の実施例による弾性表面波フィルタの動作を説明する図であって、(a)はフィルタ本体の特性、(b)は弾性表面波フィルタ全体の特性を示す。

【図15】 この発明のさらに他の実施例による弾性表面波フィルタを示す構成図である。

【図16】 従来の弾性表面波フィルタを示す構成図である。

【図17】 従来の弾性表面波フィルタの動作を説明する図である。

【図18】 従来の弾性表面波フィルタの動作を説明する図である。

【図19】 携帯電話装置のフィルタ設計に係わる要求仕様の一例を説明する図である。

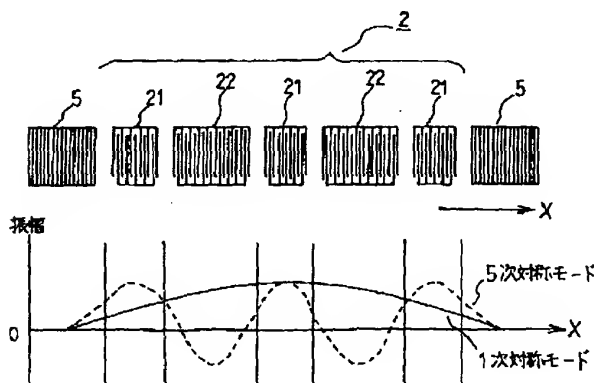
【図20】 従来の弾性表面波フィルタの設計値を説明する図である。

【図21】 従来の弾性表面波フィルタの通過特性を説明する図であって、(a)は通過帯域内の特性、(b)は通過帯域外の特性を示す。

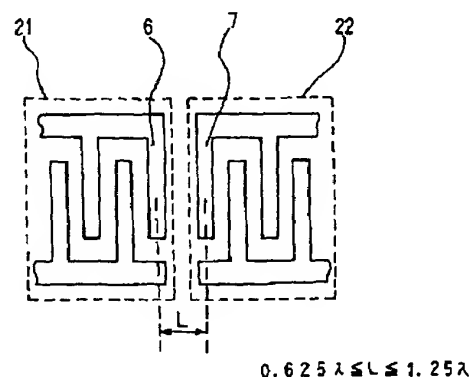
#### 【符号の説明】

- 1 圧電基板
- 2 IDT群
- 3 入力端子
- 4 出力端子
- 5 反射器
- 6、7 対面電極指
- 8 一端子対弾性表面波共振器
- 10 フィルタ本体
- 21 入力IDT
- 22 出力IDT
- 23 IDT

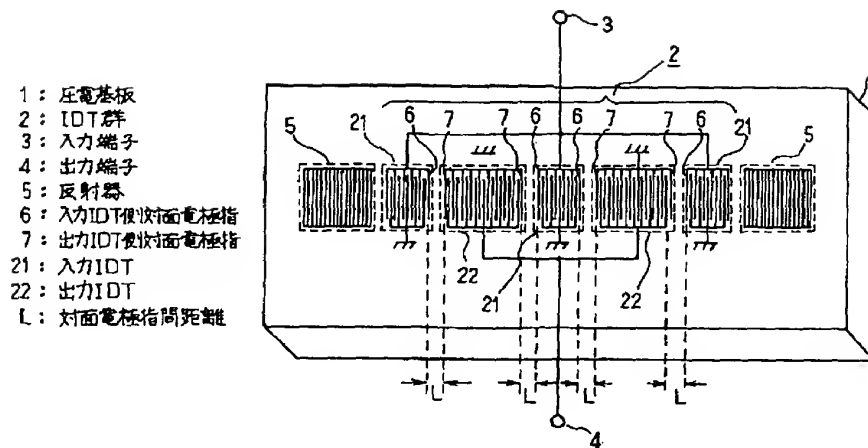
【図2】



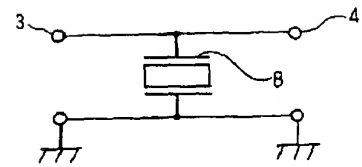
【図4】



【図1】



【図1.1】



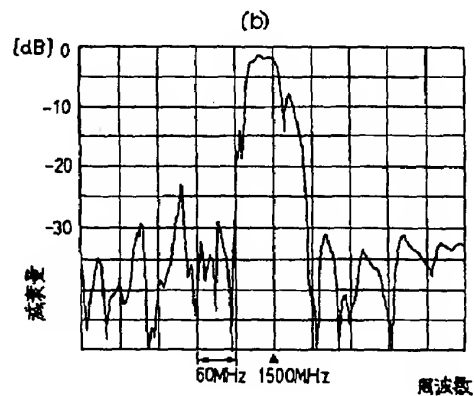
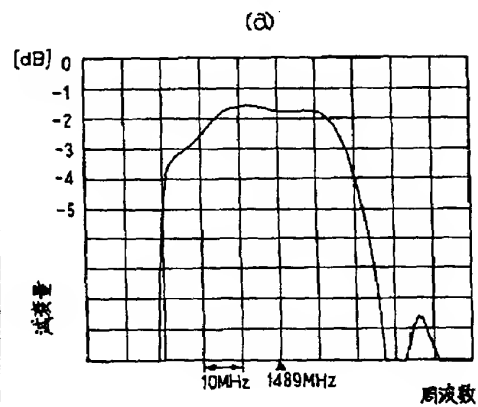
【図3】

## 1.5GHz帯受信・送信フィルタ目標設計値

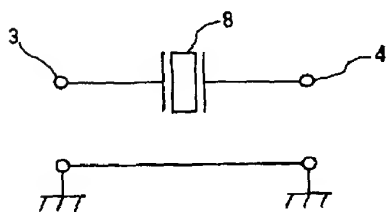
(LiTaO<sub>3</sub>圧電基板使用)

	受信	送信
使用温度範囲	-20°C ~ +75°C	
中心周波数 (f <sub>0</sub> )	1489MHz	1441MHz
通過帯域	28MHz	
	1475MHz ~ 1503MHz	1427MHz ~ 1455MHz
挿入損失	2.3dB	2.3dB
帯域外減衰量	10dB (1427MHz ~ 1455MHz)	8dB (1475MHz ~ 1503MHz)
	35dB (1604MHz ~ 1634MHz)	35dB (1604MHz ~ 1634MHz)

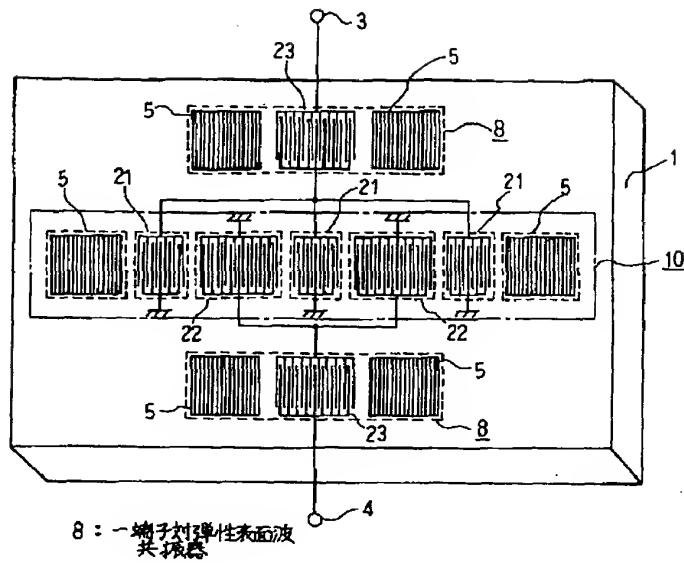
【図5】



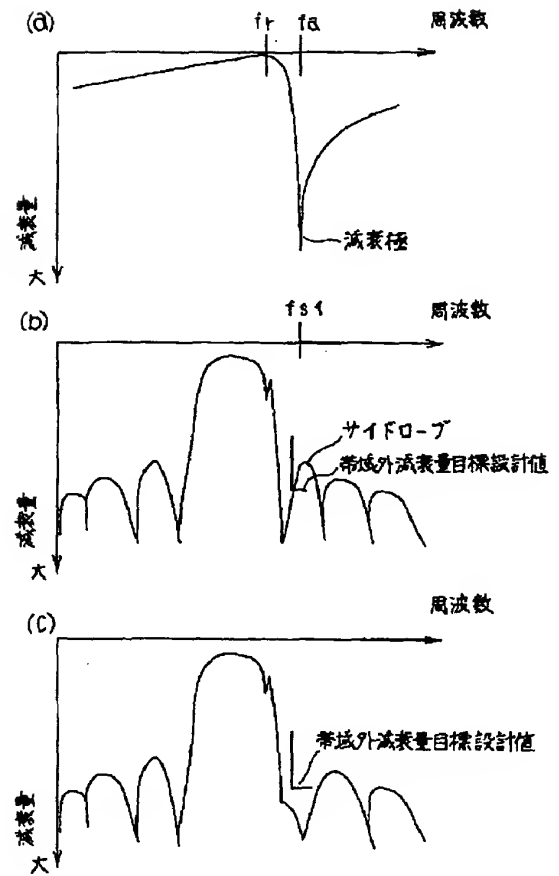
【図7】



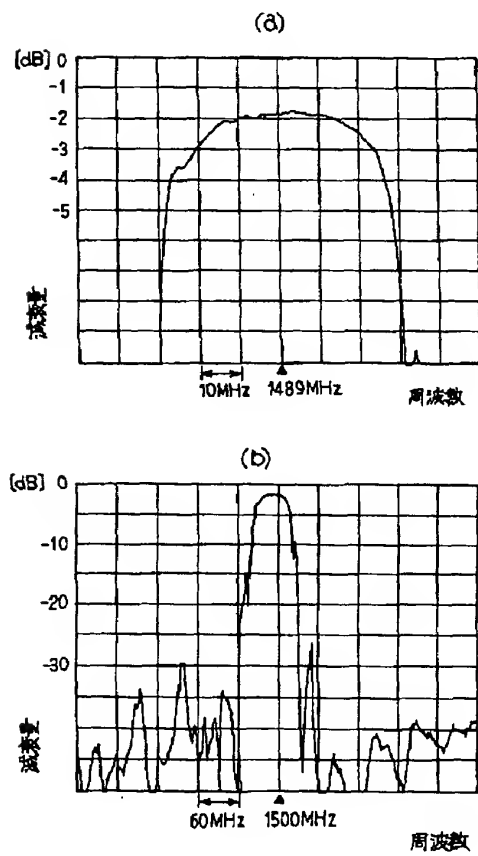
【図6】



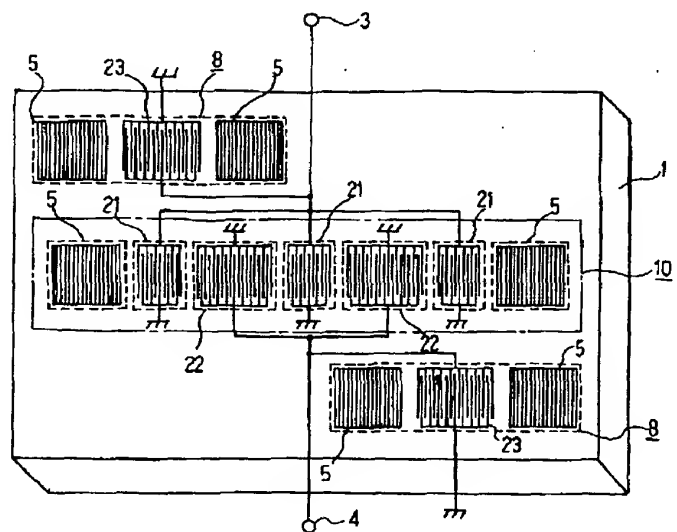
【図8】



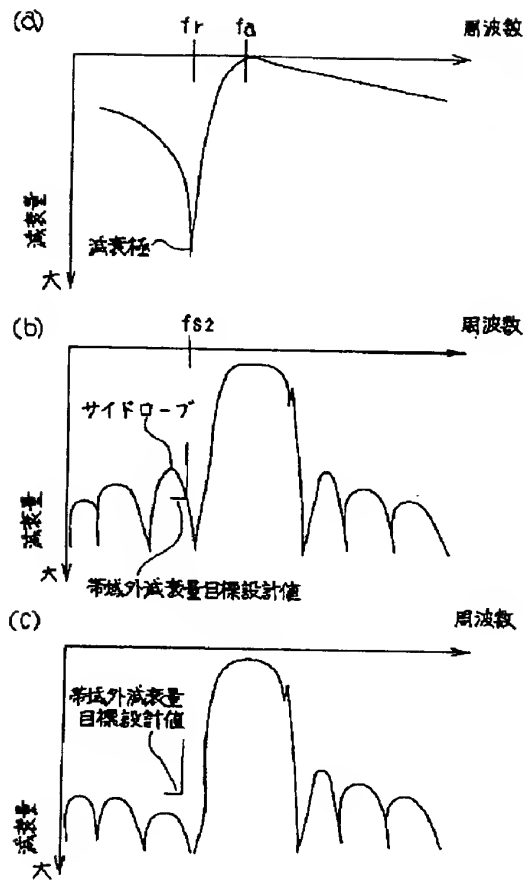
【図9】



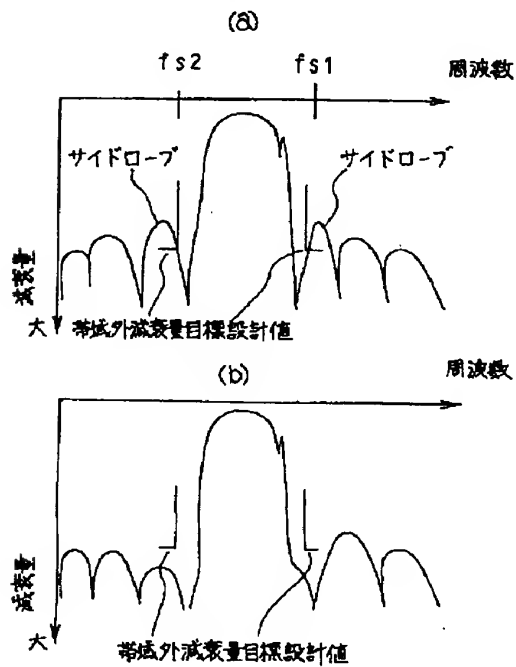
【図10】



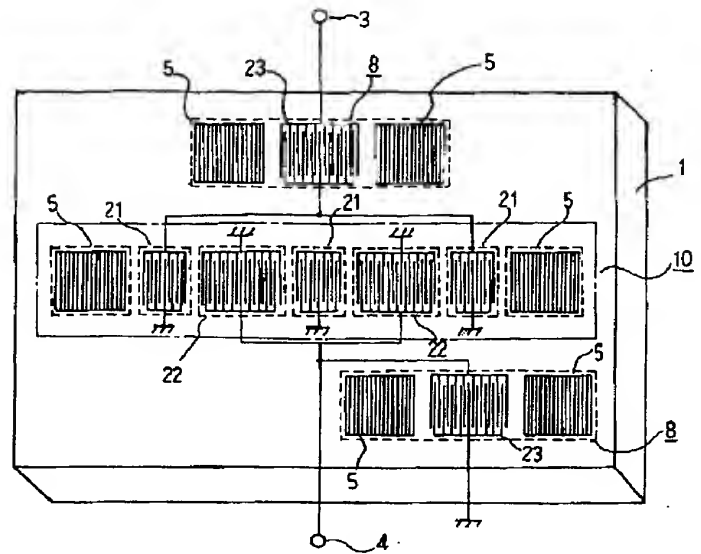
【図12】



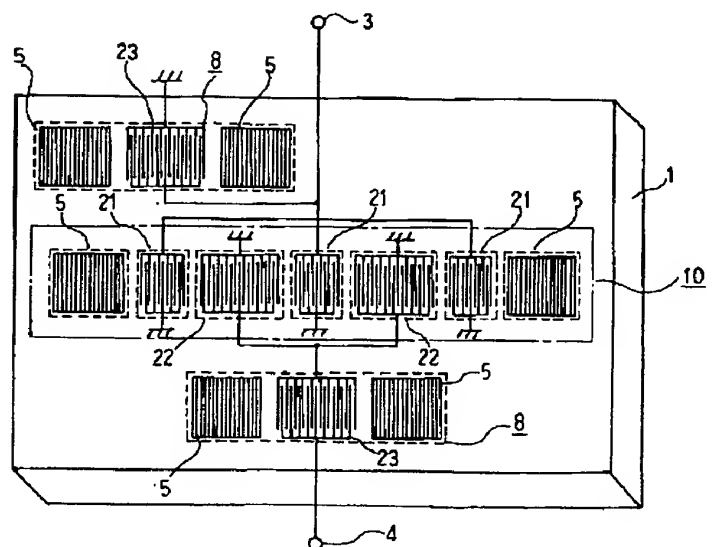
【図14】



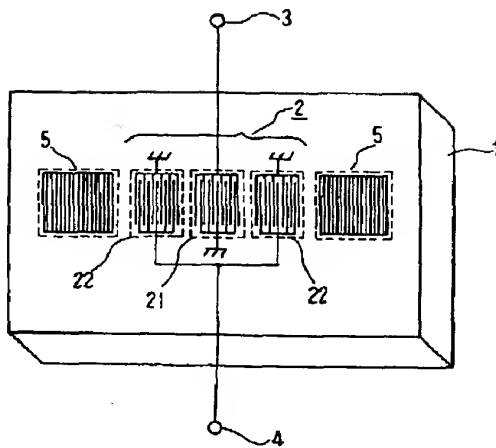
【図13】



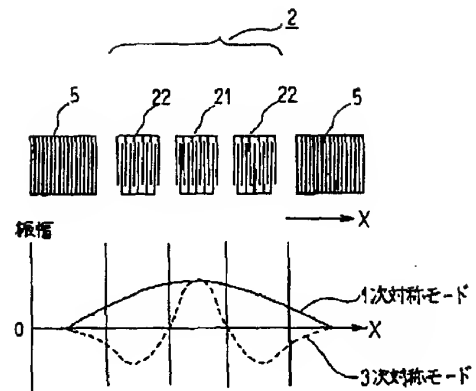
【図15】



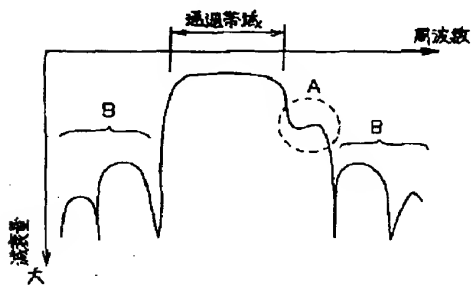
【図 16】



【図 17】



【図 18】



【図 19】

1.5 GHz 帯携帯電話装置のフィルタ設計に要する要求仕様値

	受信	送信
使用温度範囲	-20℃ ~ +75℃	
中心周波数 (f0)	1489MHz	1441MHz
通過帯域	24MHz	
	1477MHz ~ 1501MHz	1429MHz ~ 1453MHz

【図 20】

1.5GHz帯受信・送信フィルタ目標設計値  
(LiNbO<sub>3</sub>圧電基板使用)

	受信	送信
使用温度範囲	-20℃ ~ +75℃	
中心周波数 (f0)	1489MHz	1441MHz
通過帯域	34MHz	
	1472MHz ~ 1506MHz	1424MHz ~ 1458MHz
挿入損失	3.0dB	3.0dB
帯域外減衰量	5dB (1424MHz ~ 1458MHz)	6dB (1472MHz ~ 1506MHz)
	20dB (1602MHz ~ 1637MHz)	25dB (1602MHz ~ 1637MHz)

【図 2 1】

